

# Leitlinien

zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von

# Silomais



## **Impressum**

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
Naumburger Str. 98, 07743 Jena  
Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390  
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

**Autoren:** Dr. Walter Peyker  
Dr. Joachim Degner  
Dr. Wilfried Zorn  
Reinhard Götz

November 2013

5. Auflage 2013

### **Copyright:**

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

---

1	Marktsituation .....	4
2	Standortansprüche.....	4
3	Produktionsverfahren .....	5
3.1	Fruchtfolge.....	5
3.2	Sortenwahl .....	5
3.3	Düngung .....	6
3.4	Bodenbearbeitung .....	8
3.5	Aussaat .....	9
3.6	Mechanische Pflege .....	10
3.7	Pflanzenschutz.....	11
3.7.1	Unkrautbekämpfung.....	11
3.7.2	Bekämpfung von Pilzkrankheiten .....	13
3.7.3	Bekämpfung tierischer Schaderreger.....	14
3.8	Regulierung von Wildschäden .....	14
3.9	Ernte .....	15
3.10	Silierung.....	15
4	Verfahrensbewertung .....	16

## 1 Marktsituation

Silomais ist in erster Linie wirtschaftseigenes Futter für die Rinderhaltung. Als neue Verwertungsrichtung kommt die Erzeugung von Substrat zur Biogasproduktion hinzu. Beim Verkauf von siliertem Mais sollte der Handel vorher vertraglich abgesichert sein. Dem Maisanbauer stehen die Herstellungskosten bis zur vereinbarten Übergabestelle im Produktionsverfahren, der Gewinnbeitrag der durch den Mais verdrängten Marktfrucht und der Zinsanspruch für das gebundene Kapital zu. Zum Vertragsabschluss gehören klare Regelungen über Ort und Zuständigkeit für Silierung und Lagerung sowie für Qualitäts-ermittlung, Umschlag und Transport. Die kontinuierliche Bereitstellung von Maissilage für Fütterung und Biogasanlage (in der Regel 7 Tage/Woche) hat termingerecht zu erfolgen. Der daraus resultierende hohe organisatorische Anspruch verursacht Kosten, deren Übernahme geklärt sein muss. Gleiches gilt für die Probenahme und Analyse.

Anzustrebende Qualitätsparameter für den Einsatz in der Rinderfütterung:

- Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze 28 bis 35 %
- Stärkegehalt > 30 %
- Energiekonzentration in der Silage > 6,5 MJNEL/kg TM

Für die Nutzung als Gärsubstrat liegt der optimale Trockensubstanzgehalt ebenfalls zwischen 28 und 35 %. Beim Stärkegehalt sind nach jetzigem Erkenntnisstand die Anforderungen nicht so hoch, dafür jedoch an die Verdaulichkeit der organischen Substanz. Unterschiede im Trockenmasseertrag übertreffen bei den derzeit verfügbaren Sorten die Qualitätsunterschiede hinsichtlich des Hektarmethanertrages.

## 2 Standortansprüche

Die frühreifsten Sorten erfordern zum sicheren Erreichen vorangestellter Parameter eine Mindestdurchschnittstemperatur der Luft von Mai bis September über 13 °C. Unter den Standortbedingungen Thüringens ist dies vor allem in Gebieten mit einer Höhenlage unter 450 m über NN der Fall. Während der Vegetation benötigt der Mais für eine gute Ertrags- und Qualitätsleistung eine Niederschlagsmenge von über 200 mm. Der Hauptwasserbedarf besteht in der Zeit der Blüte.

Der Mais stellt weniger Ansprüche an die Bodenart als an die Bodenstruktur. Eine gleichmäßige Bodenstruktur sichert eine tiefe Durchwurzelung und damit eine gute Versorgung mit Wasser und Nährstoffen sowie eine schnelle Erwärmung des Bodens. Die lehmigen, grundwasserbeeinflussten Standorte besitzen die beste Ertragssicherheit.

Die Standorttypen Al1/2b, V3b, V5c und V6b (Amphigleye bzw. Schuttlehme und Schuttlehmsande) sind für den Silomaisanbau infolge ungünstiger Bodenwasserverhältnisse oder starker Hangneigung nicht geeignet.

Durch den späten Bestandesschluss ist der Mais eine Fruchtart mit hoher Erosionsgefährdung. Den Cross Compliance-Anforderungen hinsichtlich Erosionsschutz muss deshalb besondere Beachtung geschenkt werden. Entsprechend Landesverordnung erfolgte eine Zuordnung der Feldblöcke zu den Gefährdungsklassen. Die aufgeführten Restriktionen sind zwingend einzuhalten.

### 3 Produktionsverfahren

Ertragshöhe und -sicherheit sind bei angepasstem Anbauregime in erster Linie von den Standortbedingungen abhängig.

#### 3.1 Fruchtfolge

Silomais stellt eine gute Vorfrucht für den nachfolgenden Marktfruchtbau dar. Selbst hat er keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Positiv wirkt sich ein Zwischenfruchtbau zur Gründüngung aus. Bei folgendem Anbau von Weizen sollten zur Verringerung der Gefahr eines verstärkten Auftretens von Fusariosen die Pflanzenreste und Stoppeln intensiv zerkleinert und tief eingearbeitet werden.

Mais ist selbstfolgeverträglich. Jedoch sollte dieses eine Ausnahme darstellen. Erfahrungen mit Maismonokultur besagen, dass es im Laufe der Zeit, durch die Ernte mit schweren Maschinen bei häufig feuchter Witterung, zu Strukturschäden des Bodens kommen kann.

#### 3.2 Sortenwahl

Die Sortenwahl richtet sich in erster Linie nach der Reifezeit. Diese ist in der Siloreifezahl (S) angegeben. Sie beruht auf dem praxisrelevanten Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze. Mit steigender Reifezahl benötigt der Mais eine höhere Temperatursumme zur Erlangung der Siloreife. Ausgehend von den Temperaturbedingungen in den einzelnen Gebieten (ausgedrückt in der Höhenlage) lässt sich für Thüringen folgende allgemeine Empfehlung ableiten (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Allgemeine Empfehlungen zur Sortenwahl in Abhängigkeit von Höhenlage und Verwendungszweck

Höhenlage (m über NN)	Sorten mit maximaler Siloreifezahl	
	Fütterung	Substrat für Biogas
< 200	S 250	S 270
200 bis 300	S 230	S 250
> 300	S 210	S 230

Später reifende Sorten haben ein höheres Ertragspotenzial, können dieses aber nur bei entsprechender Abreife realisieren. Neben einer zügigen Jugendentwicklung muss der Standort zur Erzielung höherer Erträge auch entsprechende Wärme- und Wasseransprüche befriedigen. Weitere wichtige Entscheidungskriterien zum Einsatz in der Rinderfütterung stellen der Stärkegehalt, die Verdaulichkeit, die Energiedichte, der Ertrag sowie die Pflanzengesundheit dar. Bei der Nutzungsrichtung Biogas dominiert, passende Reife vorausgesetzt, nach derzeitigem Erkenntnisstand der Ertrag.

Die jährlich von der TLL erstellten Sortenratgeber enthalten die Sortenbeschreibungen und Angaben zur regionalen Anbaueignung nach mehrjährigen Prüfungen. Die aktuellen Sortenratgeber und Versuchsberichte sind unter [www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo) abrufbar. Der Anbau von nicht unter vergleichbaren Standortverhältnissen geprüften Sorten, teilweise zu günstigen Saatgutpreisen angeboten, stellt ein Risiko dar. Die Ertrags- und Qualitätsverluste können die Einsparungen beim Saatguteinkauf deutlich übertreffen.

### 3.3 Düngung

Eine Voraussetzung für hohe Erträge ist insbesondere die optimale Versorgung der Pflanzen mit Makronährstoffen (N, P, K, Mg, S). Gleichmaßen kommt dem Kalkversorgungszustand des Bodens sowie der ausreichenden Mikronährstoffversorgung (B, Cu, Mn, Mo, Zn) der Pflanzen Bedeutung zu.

Die Ermittlung des Nährstoffbedarfs erfolgt im konkreten Fall für einen bestimmten Ertrag auf der Basis verschiedener Standort- bzw. Einflussfaktoren und im Besonderen auf der Grundlage der Bodenuntersuchungsergebnisse. Hierfür stehen die in der TLL vorhandenen Düngeempfehlungsprogramme zur Verfügung.

Das Prinzip der Grunddüngung besteht mittelfristig im Ersatz des Nährstoffentzuges bzw. der Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vom Feld (Tab. 2) bei einem anzustrebenden optimalen Niveau des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens (Gehaltsklasse C für P, K, Mg und pH-Klasse C für den pH-Wert). Bei Vorliegen von Nährstoffgehaltsklassen A und B werden Zuschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug gegeben. Im Falle von Gehaltsklasse D kann die Düngung unterhalb des Entzuges liegen bzw. durchaus unterbleiben, wie für Gehaltsklasse E ohnehin empfohlen.

Zur Düngerkostenkalkulation wird unter Annahme eines bestimmten Ertrages der Nährstoffentzug/-bedarf (Tab. 2) errechnet, der eine finanzielle Bewertung mit mittleren marktüblichen Mineraldüngerpreisen findet. N-Zufuhr durch Niederschläge bleibt ebenso wie N-Verlust durch Denitrifikation unberücksichtigt.

**Tabelle 2:** Nährstoffentzug von Silomais; TLL-Richtwerte

Kulturart	Nährstoffentzug (kg/dt Erntegut)						
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Silomais (32 % TS)	0,43	0,08	0,18	0,42	0,51	0,08	0,13
Silomais (100 % TS)	1,35	0,25	0,57	1,32	1,61	0,25	0,39

TS - Trockensubstanzgehalt

#### Mittlere Düngerkosten:

Stickstoff	je kg N	=	1,00 €				
Phosphor	je kg P	=	1,80 €	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	0,79 €)	
Kalium	je kg K	=	0,80 €	(K <sub>2</sub> O	=	0,66 €)	
Magnesium	je kg Mg	=	0,80 €	(MgO	=	0,48 €)	
Kalk	je kg Ca	=	0,05 €	(CaO	=	0,04 €)	
Schwefel	je kg S	=	0,35 €				

Grundlagen zur feldstück-/schlagbezogenen Düngebedarfsermittlung sind die computer-gestützten Düngeempfehlungen der TLL:

- Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA) auf der Basis gemessener N<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Schwefelbedarfsanalyse auf der Basis gemessener S<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Grunddüngungsempfehlungen (P, K, Mg, Kalk) auf der Basis der Bodenuntersuchung (Ackerland 0 bis 20 cm Tiefe) und
- Kontrolle des Ernährungszustandes der Pflanzen durch Laboruntersuchung.



Boden- und Pflanzenuntersuchungen können in allen zugelassenen Laboratorien Thüringens durchgeführt werden.

#### Hinweise zur praktischen Düngung:

##### *N-Düngung*

Der N-Düngebedarf ergibt sich aus einem ertragsabhängigen N-Sollwert abzüglich des  $N_{\min}$ -Gehaltes im Boden und gegebenenfalls Abzügen für die N-Nachwirkung der Vorfrüchte bzw. im Vorjahr ausgebrachter organischer Düngung. Der N-Sollwert für Erträge von 350 bis 500 dt/ha Frischmasse beträgt 190 kg N/ha, für Erträge > 500 dt/ha 210 kg N/ha.

Während der Jugendentwicklung ist das Wurzelsystem noch wenig entwickelt. Hierdurch wird die Nährstoffaufnahme erschwert. Deshalb erweist sich bei dieser Kultur eine konzentrierte Zufuhr der Nährstoffe in den Wurzelbereich von besonderem Vorteil, so dass eine Unterfußdüngung mit N/P-Düngern unterdessen das Standardverfahren der Praxis darstellt. Das Verhältnis der Nährstoffe N : P im verwendeten Dünger sollte 1 : 5 nicht überschreiten (Höchstgabe 40 kg P/ha). Die hierdurch ausgebrachten Mineraldüngermengen sind vollständig in die Ermittlung des Gesamtdüngebedarfs (Breitdüngung) einzubeziehen.

Zweckmäßig erweist sich die Zufuhr von organischen Düngestoffen. Bewährt hat sich besonders die Ausbringung von Gülle bzw. Gärrest, die sowohl vor der Saat als auch mittels Schleppschlauch oder Güllendril in den wachsenden Maisbestand (bis ca. 50 cm Wuchshöhe) appliziert werden können. Trotz der relativ hohen Ausnutzung des Gülle-N durch Mais (anrechenbare N-Wirkung 60 % N-MDÄ) sollte die Einsatzmenge (N-Gesamt) im konventionellen Anbau nicht mehr als 75 % des N-Bedarfs betragen. Als Höchstgaben sind 40 m<sup>3</sup> Gülle (mit 10 % TS) zu betrachten. Bei der Ausbringung von Gärrest muss der im Vergleich zur Gülle höhere Ammoniumanteil und pH-Wert Beachtung finden, welches Auswirkungen auf die Nährstoffverfügbarkeit hat. Besondere Aufmerksamkeit bei der Ausbringung der Gülle und Gärrest gilt der gleichmäßigen Verteilung auf dem Feld. Die Geräte zur Applikation müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß Düngeverordnung entsprechen.

Mineralische Dünger werden grundsätzlich vor bzw. zur Saat ausgebracht und eingearbeitet. Eine Kopfdüngung auf wachsende Bestände ist meist mit phytotoxischen Schadwirkungen verbunden. Überhöhte N-Düngung steigert nicht den Ertrag, sondern fördert das vegetative Wachstum, verringert die Energiedichte, führt zu Reifeverzögerungen sowie höheren nach der Maisernte im Boden verbliebenen pflanzenverfügbaren Stickstoffmengen ( $N_{\min}$ ).

##### *Schwefeldüngung*

Mais besitzt einen relativ niedrigen Schwefeldüngebedarf, da er die S-Nachlieferung aus der organischen Substanz des Bodens sowie der organischen Düngung gut nutzen kann. Lediglich auf absoluten S-Mangelstandorten mit hohen S-Auswaschungsverlusten über Winter oder Standorten ohne regelmäßige organische Düngung kann eine S-Düngung in Höhe von 20 bis 30 kg S/ha erforderlich sein. Die S-Düngung sollte in Sulfatform erfolgen.

##### *Mikronährstoffdüngung*

Mais weist einen hohen Zinkbedarf auf. Ein Düngebedarf ist jedoch nur beim Anbau auf Standorten mit niedrigem Zn-Gehalt im Boden (Gehaltsklasse A) oder Böden mit mittlerem

Zn-Gehalt (Gehaltsklasse C) und gleichzeitig sehr hohem pH-Wert oder sehr hohem P-Gehalt gegeben. Der Bedarf an Bor, Kupfer und Mangan wird als mittel beurteilt und erfordert in der Regel nur auf Mangelböden mit Gehaltsklasse A eine Zufuhr der genannten Mikronährstoffe. Molybdändüngung zu Mais ist wegen seines niedrigen Bedarfes nicht erforderlich. Der optimale Zeitpunkt für eine Blattapplikation von Mikronährstoffen zu Mais bei nachgewiesenem Düngebedarf liegt bei ca. 30 bis 40 cm Wuchshöhe vor.

### **3.4 Bodenbearbeitung**

Das Ziel aller Bodenbearbeitungsmaßnahmen besteht in der Schaffung einer optimalen Bodenstruktur, um dem Mais beste Entwicklungsmöglichkeiten zu sichern. Die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug bietet mehrere Vorteile:

- vollständige Einarbeitung von Ernteresten,
- positive bodensanitäre Effekte,
- durch Einarbeitung des Pflanzenmaterials Zerstörung der Lebensgrundlage vieler Krankheiten und Schädlinge,
- Bekämpfung hartnäckiger Ungräser und Unkräuter sowie
- Frostgare fördert insbesondere auf schweren tonigen Böden die Krümelstruktur und erleichtert die Bodenbearbeitung im Frühjahr.

Dem steht die nachteilige Wirkung auf die Bodenstruktur, die Gefahr von Pflugsohlenverdichtungen und die erhöhte Erosionsgefährdung gegenüber.

In vielfältigen Untersuchungen zeigte sich die Ertragsgleichheit von Silomais bei Mulchsaat mit vorheriger Bodenbearbeitung. Gründe für Misserfolge liegen zumeist im Vorfeld der Bodenbearbeitung, wie:

- schwach entwickelte Zwischenfruchtbestände,
- ungleichmäßige Verteilung der Strohhäcksel auf dem Feld,
- zu üppige Zwischenfruchtbestände,
- unterlassene Unkrautbekämpfung vor der Maisaussaat bei starkem Schadpflanzenauftreten und
- nicht ausreichend abgetrockneter Boden bei Bodenbearbeitung und Aussaat.

Wesentlich für das Gelingen konservierender Bodenbearbeitungssysteme sind eine ausgewogene Fruchtfolge, eine gleichmäßige Verteilung der Pflanzenreste auf dem Boden sowie eine an Standort und Pflanzenart angepasste Intensität der Bodenbearbeitung.

Eine Direktsaat in abgestorbenen Mulch ohne vorherige Bodenbearbeitung kann bisher nur für Regionen, in denen der Bodenschutz absolut im Vordergrund steht, empfohlen werden. Auf lehmigen bis tonigen, im Frühjahr schwer erwärmbaren Böden, nach einer unzureichend entwickelten Zwischenfrucht oder unter kühleren Standortverhältnissen können erhebliche Ertragsdepressionen eintreten.

Eine Zwischenstellung nimmt das in der Entwicklung befindliche Streifenbodenbearbeitungsverfahren (Strip Tillage) ein. Dabei wird in die Stoppel bzw. in einen abgefrorenen Zwischenfruchtbestand jeweils ein nur bis ca. 20 cm breiter Streifen im Abstand der Maisreihen bearbeitet. In den Zwischenräumen bleibt die Mulchschicht unbearbeitet und schützt so den Boden vor Erosion sowie unproduktiver Verdunstung. Die bearbeiteten Streifen erwärmen sich schneller als die unbearbeiteten Flächen und trocknen besser ab. Die Maisaussaat erfolgt GPS-gesteuert mit der konventionellen Mais-



legemaschine. Dieses Verfahren bietet auch günstige Möglichkeiten zur Reihendüngung mit Gülle bzw. Gärrest. Erste Versuchsergebnisse belegen, dass trotz einer ganzen Reihe offener Fragen, Strip Till eine umweltfreundliche Alternative zum herkömmlichen Maisanbau darstellen kann.

Auf ausgewiesenen erosionsgefährdeten Standorten sind hinsichtlich der Bodenbearbeitungsverfahren die Restriktionen der Direktzahlungen-Verpflichtungen-Verordnung entsprechend Landesverordnung strikt zu beachten.

Nach scholliger Herbstfurche erweist sich auf allen feinerdereichen und sickerwasserbestimmten Standorten eine Grobeinebnung vor Winter oder Frostbodenbearbeitung als zweckmäßig, um möglichst mit einem Arbeitsgang im Frühjahr eine qualitätsgerechte, flache Saatbettbereitung zu gewährleisten. Diese muss zur Vermeidung von Verdichtungen nach entsprechender Abtrocknung des Bodens mit einem bis maximal zwei Arbeitsgängen und einer Bearbeitungstiefe von ca. 6 bis 8 cm erfolgen. Das Saatbett darf nicht zu fein hergerichtet sein, da sonst der Verschlammung und dem Bodenabtrag Vorschub geleistet wird. Der günstigste Termin für die Saatbettbereitung liegt unmittelbar vor der Aussaat, da sich so gekeimte und aufgelaufene Unkräuter sicher bekämpfen lassen.

### **3.5 Aussaat**

Wie bei allen Fruchtarten mit Standraumzumessung durch Endablage ist beim Mais die Qualität der Aussaat entscheidend für den Ertrag. Spätere sinnvolle Bestandeskorrekturen gibt es nicht.

#### Saatzeit:

Die Maisaussaat sollte so früh als möglich erfolgen, jedoch unter der Bedingung, dass die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe anhaltend 8 °C überschritten hat. Ausgehend von den langjährigen Temperaturverhältnissen in Thüringen ist dies in 80 % der Jahre im Gebiet

- < 200 m über NN in der letzten Halbdekade April und
- 200 m über NN in der ersten Halbdekade Mai der Fall.

Da beim ökologischen Anbau nur ungebeiztes Saatgut zum Einsatz kommt, empfiehlt sich zur Sicherung eines schnellen Aufganges das Abwarten von Bodentemperaturen > 10 °C.

Aktuelle Informationen über die Witterungssituation gibt das Pflanzenbaufax der TLL oder unter [www.tll.de/wetter.index.htm](http://www.tll.de/wetter.index.htm).

Ein Abschluss der Aussaat bis zum 10. Mai sichert eine gute Ausreife. Reicht die Kapazität im Betrieb nicht dazu aus, während des optimalen Zeitraumes den Mais zu legen, sollte der Start der Kampagne etwas vorgezogen werden. Jedoch ist ein Beginn vor dem 20. April aus pflanzenphysiologischer Sicht nicht zu empfehlen (Verkürzung Wuchshöhe, Gefahr des Abfrierens bei Spätfrösten).

#### Saattiefe:

Allgemein gilt, je feuchter und wärmer der Boden ist, desto flacher kann der Mais abgelegt werden. Die optimale Saattiefe unter Thüringer Standortverhältnissen beträgt:

- 5 bis 6 cm bei sickerwasserbestimmten Böden und
- 4 bis 5 cm bei stauwasser- und/oder grundwasserbeeinflussten Böden.

### Saatstärke:

Die Saatstärke richtet sich nach den vorherrschenden Wasserverhältnissen sowie der Sorte. Allgemeine Hinweise gibt die Tabelle 3.

**Tabelle 3:** Saatstärke (Körner/m<sup>2</sup>) in Abhängigkeit von Sortentyp und Wasserversorgung

Sortentyp	Wasserversorgung	
	gut	knapp
kompakt	11 bis 12	10
mittelwüchsig	9 bis 10	8
großrahmig	8 bis 9	7

Empfehlungen für die einzelnen Sorten können aufgrund der Vielzahl hier nicht gegeben werden. Der Landwirt sollte sich bei Beratern konkret informieren, welche Bestandesdichten unter seinen Standortverhältnissen für die von ihm gewählten Sorten optimal sind. Überhöhte Bestandesdichten behindern die Einzelpflanzenentwicklung, können vor allem zu niedrigeren Energiedichten und Stärkegehalten, späterer Reife sowie höherer Lagergefahr führen. Zusätzlich steigen die Saatgutkosten ohne gesicherten ertraglichen Ausgleich. Zu niedrige Bestandesdichten vermindern den Ertrag.

### Reihenentfernung:

Die Reihenentfernung ist abhängig von der vorhandenen Erntetechnik. Reihengebundene Maisschneidwerke erfordern Weiten von ca. 75 cm. Reihenunabhängige Erntevorsätze erlauben auch engere Entfernungen. Die wesentlichen Vorteile geringerer Reihenabstände sind:

- früherer Bestandesschluss und damit verminderte Erosionsgefährdung sowie verbesserte Unkrautunterdrückung,
- höhere Fahrgeschwindigkeit beim Legen ohne Qualitätsbeeinträchtigung möglich,
- zumeist geringere N<sub>min</sub>-Gehalte nach der Maisernte im Boden und
- zumindest gleich hohe Erträge und Abreife.

Sehr große Bedeutung kommt der gleichmäßigen Ablagetiefe und Pflanzenverteilung in der Reihe zu. Dafür ist eine ständige Kontrolle der Abstreifersysteme, der Beschaffenheit des Säschares sowie der Druckrollen notwendig. Die Arbeitsgeschwindigkeit (km/h) sollte den Wert des halben Kornabstandes (cm) in der Reihe nicht überschreiten.

## **3.6 Mechanische Pflege**

Das Hauptziel mechanischer Pflegemaßnahmen besteht in der Unkrautbekämpfung. Die Verbesserung bodenphysikalischer Eigenschaften erweist sich zumeist als bedeutungslos. Nur bei sehr stark verschlämmten oder verkrusteten Böden können mechanische Pflegemaßnahmen den Ertrag und die Qualität positiv beeinflussen.

Im ökologischen Landbau entscheidet die mechanische Unkrautregulierung wesentlich über den Erfolg des Silomaisanbaus. Als erste Maßnahme gilt die Saatbettbereitung unmittelbar vor der Aussaat. In der Zeit von Aussaat bis Aufgang sollte schräg zur Saattrichtung mit den kurzen Zinken scharf gestriegelt werden. Spätestens zum Spitzen erfolgt der zweite Striegelgang. Zwischen Spitzen und dem 3-Blattstadium ist der Mais besonders empfindlich gegenüber Beschädigungen. Deshalb bergen mechanische Bear-

beitungen in diesem Zeitraum große Risiken. Ab dem 3-Blattstadium besteht die Möglichkeit des Hackens. Bewährt hat sich eine Hacken-Striegel-Kombination mit einer Hacktiefe von 3 bis 4 cm und angehängtem Striegel, der den gelockerten Boden in die Maisreihen wirft und damit die jungen Unkräuter in der Reihe verschüttet. Gleiches soll ein weiterer schnell gefahrener Hackarbeitsgang bewirken. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Mais mit fortschreitender Entwicklung immer empfindlicher gegenüber Wurzelbeschädigungen wird. Darum sind mit späterem Einsatz die Hackwerkzeuge flacher und weiter entfernt von der Reihe zu führen. In Abständen sollte so lange gehackt und damit gehäufelt werden, wie es die Höhe des Maisbestandes zulässt, um den Unkrautdruck in den Reihen sicher einzudämmen.

Im konventionellen Anbau kann eine mechanische Bearbeitung der Maisflächen nicht empfohlen werden, da die Wirksamkeit dieser Maßnahmen häufig ungenügend ist und zusätzliche Fahrspuren auf dem Feld entstehen. Bei mechanischen Pflegemaßnahmen besteht immer die Gefahr von Pflanzenverlusten und -beschädigungen, die auch die Ursache für ein verstärktes Auftreten von Maisbeulenbrand sein können. Zur Sicherung der Herbizidwirkung müssen mechanische Pflegemaßnahmen vor der Applikation abgeschlossen sein.

### **3.7 Pflanzenschutz**

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) gilt es aus Umwelt- und Kostengründen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dies setzt die Nutzung von Bekämpfungsschwellen, eine angepasste PSM-Auswahl sowie einen aktuellen Wissensstand des Anwenders voraus. Bei der Ausbringung der PSM ist es wichtig, die zulassungsbedingten Auflagen (z. B. Abstandsauflagen) einzuhalten und die Applikation mit geprüfter Spritztechnik vorzunehmen. Anleitung hierfür geben die jährlich erscheinenden „Hinweise zum sachkundigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau und auf Grünland“ des Pflanzenschutzdienstes der Länder Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. In jedem Falle sind die Gebrauchsanleitungen der Pflanzenschutzmittelhersteller zu beachten. Hier finden sich auch Angaben zur Verträglichkeit der Maissorten gegenüber einigen Herbiziden (Positivliste).

#### **3.7.1 Unkrautbekämpfung**

Unter den klimatischen Anbaubedingungen Thüringens hat der Mais eine langsame Jugendentwicklung. In dieser Wachstumsphase reagiert er sehr empfindlich auf Unkrautkonkurrenz im Bestand. Insbesondere dann, wenn gleichzeitig das Wasserangebot begrenzt ist oder andere Stressfaktoren für den Mais hinzukommen. Die Folge können hohe Ertragsausfälle und eine eingeschränkte Bildung von Inhaltsstoffen sein. Hoher Unkrautbesatz beeinträchtigt außerdem den Siliervorgang und führt zu verminderter Silagequalität. Erst ab dem 8-Blattstadium werden spät auflaufende Unkräuter in der Regel durch die hohe Wachstumsintensität des Mais weitestgehend unterdrückt. Einer gezielten Unkrautbekämpfung im Mais wird deshalb besondere Bedeutung zugemessen. Auf humusreichen oder stark tonhaltigen Böden bzw. bei sehr starkem Unkrautdruck sind möglichst die vollen Aufwandmengen einzusetzen, auch um einer Spätverunkrautung vorzubeugen. Mais reagiert mit zunehmender Entwicklung, vor allem nach dem 6-Blattstadium, empfindlicher gegenüber Herbiziden. Frühe Anwendungstermine sind daher nicht nur wirkungsvoller gegen Unkräuter, sondern auch verträglicher für den Mais.

Zur Unkrautbekämpfung steht eine Vielzahl von verschiedenen Präparaten und Pack-Kombinationen aus zwei oder mehr Wirkstoffen zur Verfügung. Aufgrund der ständig wechselnden Zusammenstellung der Packs ist das Angebot für den Anwender schwer zu überschauen. In Gebieten mit häufig auftretender Vorsommertrockenheit wird die alleinige Anwendung von Bodenwirkstoffen nicht empfohlen. Ohne ausreichende Unterstützung durch Niederschläge besteht die Gefahr, dass die Bodenherbizide versagen. Wer dagegen ausschließlich blattwirksame Herbizide spritzt, geht das Risiko ein, dass nachträglich auflaufende Unkräuter ungestört weiter wachsen können oder eine Nachbehandlung erforderlich wird. Auch aus wirtschaftlichen Gründen ist unter Beachtung der schlag-spezifischen Verunkrautung eine einmalige Behandlung mit einer geeigneten Kombination boden- und blattwirksamer Herbizide oder Tankmischungen zu bevorzugen.

Wenn die Masse der Unkräuter aufgelaufen ist und sich im Keimblatt- bis maximal 2-Blatt-stadium befindet, sollte möglichst die Applikation erfolgen. Es müssen auch die am weitesten entwickelten Unkräuter noch sicher erfasst und zugleich der nachträgliche Auflauf von Unkräutern verhindert werden. Besonders die hochwachsenden Unkrautarten konkurrieren mit dem Mais. Die Auswahl der Herbizide sollte nach folgenden Schwerpunkten erfolgen:

- Art des Unkrautspektrums (dikotyle Unkräuter oder Mischverunkrautung mit Ungräsern),
- Entwicklungsstadium der vorhandenen Unkrautarten,
- Kulturpflanzenbeschaffenheit (Entwicklungsstadium, Wachsschicht),
- Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte, Temperatur, Niederschlag) und/oder
- Pflanzenschutzmitteleigenschaften (Wirkungsweise, Verträglichkeit).

Wichtige Leitunkräuter im Mais sind Weißer Gänsefuß, Melde, Kamille- und Knöterich-arten, Klettenlabkraut und zunehmend auch wärmeliebende Unkräuter wie Schwarzer Nachtschatten, Franzosenkraut oder Amarant. Regional begrenzt sind jedoch immer öfter auch Hirsen Bestandteil der Unkrautgesellschaften. An weiteren Ungräsern treten häufig Quecken sowie auch Rispenarten, Flughafer und Ausfallgetreide auf. Eine effektive Queckenbekämpfung ist nach Ernte der Vorfrucht mit Glyphosat-Produkten möglich.

**Tabelle 4:** Empfehlenswerte Herbizidvarianten im Mais - Auswahl - (Stand: 12/2012)

Verunkrautung	Herbizidvarianten	Aufwandmenge kg, l/ha	Kosten €/ha
breite dikotyle Verunkrautung, kleine Unkräuter und optimale Bedingungen für Herbizid- anwendung	Bromoterb / Zeagran ultimate	2,0	39
	Gardo Gold + Bromotril 225 EC	2,5 + 0,5	40
	Calaris + Bromotril 225 EC	1,0 + 0,5	47
	Callisto + Bromotril 225 EC	1,0 + 0,5	54
	Calaris	1,5	60
Unkräuter + Ungräser (Ausfallgetreide, Flughafer, nur eine Hirsewelle)	Buctril + Laudis (Laudis Express)	0,25 + 2,0	53
	Gardo Gold + Peak + Milagro forte	2,0 + 0,015 + 0,6	57
	Zeagran ultimate + Accent + Trend (Zeagran Accent Pack)	1,5 + 0,06 + 0,3	58
	Calaris + Dual Gold (60 % Zintan Platin Pack)	1,0 + 0,8	58
	Mesotrione 100 + Principal + Trend (Principal Extra Pack)	1,0 + 0,08 + 0,25	62
Unkräuter und Hirsen in mehreren Wellen	Zeagran ultimate + Clio Super (Clio Top BMX Pack)	1,2 + 1,2	67
	Callisto + Gardo Gold (Zintan Gold Pack)	0,75 + 3,0	72
	Mikado + Terano + Buctril (Mirano komplett)	1,0 + 0,8 + 0,3	75
	Calaris + Dual Gold (Zintan Platin Pack)	1,5 + 1,25	78
	Elumis + Gardo Gold (Elumis Extra Pack)	1,25 + 3,0	93
Unkrautbekämpfung bis 2 Tage vor der Saat	z. B. Roundup PowerFlex (3,75 l/ha), Touchdown Quattro (3,0 l/ha), Clinic (3,0 l/ha)		
Unkrautbekämpfung bis max. 5 Tage nach der Saat (vor dem Auflaufen)	z. B. Roundup PowerFlex (3,75 l/ha), Dominator 480 TF, (3,75 l/ha), Glyfos Supreme (2,4 l/ha)		

Kosten: Orientierungswerte, Stand 12/2012

### 3.7.2 Bekämpfung von Pilzkrankheiten

#### Auflaufkrankheiten:

Zur Bekämpfung von Auflaufkrankheiten sollte man ausschließlich gebeiztes Saatgut verwenden und eine ausreichend hohe Bodentemperatur bei der Aussaat abwarten.

#### Wurzel-und Stängelfäule:

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Bei den Sorten gibt es eine unterschiedliche Anfälligkeit, Informationen dazu im Sortenratgeber der TLL.

#### Maisbeulenbrand:

Dieser Pilz tritt zyklisch bei bestimmten Wetterkonstellationen großflächig auf. Auch hier ist eine direkte Bekämpfung nicht möglich. Die Fritfliegenbekämpfung mittels Saatgutbeizung stellt eine vorbeugende Maßnahme dar. Der jährlich erscheinende Sortenratgeber der TLL gibt Auskunft über die Anfälligkeit der einzelnen Sorten.

### 3.7.3 Bekämpfung tierischer Schaderreger

#### Fritfliege:

Die Bekämpfung wird vorbeugend über die Saatgutbeizung (Mesurool flüssig, Mehrkosten 10,00 bis 11,00 €/Einheit) mit Insektiziden durchgeführt. Die Applikation von Insektiziden (Karate Zeon bzw. Trafo WG) kann alternativ zum Zeitpunkt des Auflaufens vom Mais bei Sichtbarwerden von ersten Symptomen erfolgen, ist in der Regel aber weniger effektiv.

#### Drahtwurm:

Bei Maisanbau nach mehrjährig genutztem Feldgras oder Brache kann verstärkt Drahtwurmbefall auftreten. Derzeit besteht keine direkte Bekämpfungsmöglichkeit. Vorbeugend sollte ein Maisanbau auf den entsprechenden Flächen unterbleiben.

#### Maiszünsler:

Der Maiszünsler hat sich in Thüringen zum wichtigsten Maisschädling entwickelt. Ackerbauliche Maßnahmen können den Befall wirksam eindämmen. Die wichtigste Bekämpfungsmaßnahme ist dabei ein tiefer Schnitt bei der Ernte, das sorgfältige Zerkleinern der Stoppel und das tiefe, saubere Unterpflügen der Stoppelreste. Die chemische Bekämpfung kann mit Gladiator (600 g/ha) bzw. Steward (125 g/ha) zum Termin des Massenschlupfes der Raupen erfolgen. Die biologische Bekämpfung mit Schlupfwespen (*Trichogramma*) ist aufwändig und weniger wirksam. Wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit biologischer und chemischer Maßnahmen sind optimale Bekämpfungstermine (Warndienst beachten).

Weitere Schädlinge und Krankheiten wie Nematoden, Blattläuse, Virosen oder Turcicum-Blattflecken (*Setosphaeria turcica*) haben derzeit unter Thüringer Standortbedingungen noch keine wirtschaftliche Bedeutung. Eine Ausbreitung des Quarantäneschädlings Westlicher Maiswurzelbohrer auf Thüringen wurde bisher noch nicht festgestellt.

### 3.8 Regulierung von Wildschäden

Der Mais besitzt eine besondere Attraktivität für Schwarzwild. Neben einer energetisch hochwertigen Nahrung bietet der Mais den Rotten ausreichend Schutz und Deckung. Einen sicheren Schutz vor Wildschäden gibt es nicht. Es empfiehlt sich, im Vorfeld des Anbaus Vorkehrungen zu treffen. Dabei sollte der Jagdausübungsberechtigte, entweder der Jagdpächter oder die Jagdgenossenschaft, mit einbezogen werden. Die Anlage von Bejagungsschneisen und Freistreifen am Waldrand erleichtern die Jagdausübung. Nach der Maisernte verringert eine unverzügliche Einarbeitung der verbliebenen Maisreste die Gefahr der Anlockung von Wild. Bei kleineren Schlägen hilft die Einzäunung, Schäden zu verhindern. Die Einzäunung muss jedoch frühzeitig erfolgen, damit keine Wildschweine im Bestand sind. Verstärkungsmittel sowie optische und akustische Vergrämungsmaßnahmen haben nur eine kurzzeitige Wirkung und bieten zumeist keinen ausreichenden Schutz.

Im eingetretenen Schadensfall bilden das Bundesjagdgesetz (BJG), die entsprechenden Landesgesetze sowie das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) die rechtliche Grundlage für Entschädigungen. Gemäß § 29 BJG sind Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen ersatzpflichtig, wenn diese durch Schalenwild (Schwarz-, Reh-, Rot-, Dam- und Muffelwild), Wildkaninchen und Fasane verursacht wurden. Dieses trifft auf Hasen, Tauben, Gänse oder Schwäne geschädigte Kulturen nicht zu. Schadenersatzpflichtig ist grundsätzlich der Jagdausübungsberechtigte. Als Bemessungsgrundlage für den Schadensumfang gilt der



Schaden, wie er sich zum Zeitpunkt der Ernte darstellt. Es gehört zur Sorgfaltspflicht des Landwirtes, dass er seine Felder mindestens einmal im Monat kontrolliert. Ab der Blüte des Maises sollten die Kontrollen intensiviert werden. Lässt sich dabei ein Wildschaden feststellen, so ist er sofort durch Zeugen, Fotos oder eine Bestätigung durch das Landwirtschaftsamt zu dokumentieren und innerhalb einer Woche bei der zuständigen Gemeinde anzuzeigen. Jeder neu auftretende Schaden ist auch erneut zu melden und wird nicht durch den vorhergehenden abgedeckt. Der Schadenersatz sollte den entgangenen Nutzen umfassen. Beim Verstreichen der Fristen erlischt der Rechtsanspruch auf Entschädigung. Oberstes Ziel bei Wildschäden sollte eine gütliche Einigung zwischen Landwirt und Jagdausübungsberechtigten sein.

### **3.9 Ernte**

Die Silomaisernte erfolgt bei einem Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze von 28 bis 35 %. Früherer Erntebeginn führt neben geringeren Energieerträgen zu erhöhten Gärverlusten. Sind keine Siloanlagen mit Auffangbecken für den Gärsaft verfügbar, sollte der Mindesttrockensubstanzgehalt 30 % betragen. Zu hohe Trockensubstanzgehalte (> 35 %) erschweren die Verdichtung im Silo. Als theoretische Häcksellängen sollten 4 bis 7 mm eingestellt werden. Je reifer der Mais ist, desto kürzer muss die Häcksellänge sein und ein schärferer Einsatz des Kornaufbereiters erfolgen. Auch für die Verwertung als Gärsubstrat empfiehlt sich eine möglichst geringe Häcksellänge und vollständig aufgeschlossene Körner.

### **3.10 Silierung**

Mais lässt sich aufgrund des hohen Angebotes an vergärbaren Kohlenhydraten und einer niedrigen Pufferkapazität vergleichsweise gut silieren.

Wichtige siliertechnische Maßnahmen:

- Silo möglichst rasch befüllen und dazu hohe Ernteleistungen anstreben,
- ständiges, gründliches und ausreichendes Festwalzen in dünnen Schichten (max. 30 cm) notwendig (ca. 20 t TM/h oder 1 Minute/t Siliergut im Horizontalsilo); optimale Lagerungsdichte > 650 kg/m<sup>3</sup> und
- Luft und Regenwasser während der Gärung und Lagerung fernhalten, deshalb sofortige Oberflächenabdeckung mit qualitätsgeprüften Polyethylensilofolien (dünne Unterzieh- und wiederverwendbare Abdeckfolie) sowie ganzflächiges Beschweren der Folie mit Sandsäcken, Autoreifen oder ähnlichem erforderlich.

Der Einsatz von biologischen Siliermitteln sollte neben der Verbesserung des Gärverlaufes auch den Futterwert der Silage erhöhen und somit zur Steigerung der tierischen Leistungen beitragen. Dabei ist Siliermitteln mit DLG-Gütezeichen Vorrang einzuräumen. Folgende mittleren Effekte lassen diese Mittel mit entsprechendem Ausweis in Wirkungsrichtung und Anwendungsbereich im Vergleich zu nicht behandelter Silage erwarten:

- |   |                |
|---|----------------|
| • Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) | +1,0 bis +3,0  |
| • Energiekonzentration (MJNEL/kg TM)          | +0,1 bis +0,3  |
| • Silageaufnahme (% behandelter Silage)       | +5,0 bis +10,0 |
| • Milchleistung (kg/Tier und Tag)             | bis +1,2       |
| • Mastleistung (g Zunahme/Tier und Tag)       | bis +85        |

Bei Lufteintritt und insbesondere an den Anschnittflächen bei warmer Witterung kommt es teilweise zu verstärkter Schimmelbildung und Verderb. Die dabei auftretenden Nährstoffverluste können größere Ausmaße annehmen. Wesentlich wirkt eine gute Verdichtung des Silostockes diesem entgegen. Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung dieser Verluste besteht im Einsatz von Siliermitteln mit DLG-Gütezeichen zur Verbesserung der Haltbarkeit von Silagen unter Lufteinfluss. Dabei macht sich die Behandlung der gesamten Silagemenge erforderlich (Siliermittelkosten: chemische Verbindungen ca. 3,80 €/t und Milchsäurebakterien ca. 1,60 €/t).

## **4 Verfahrensbewertung**

Für die betriebswirtschaftliche Kalkulation (Tab. 5) wurde die Aussaat von 2 Einheiten/ha mittels Maislegemaschine mit Unterfußdüngung unterstellt. Die Erträge und Energiedichten orientieren sich an mittleren und gehobenen Werten unter Thüringer Standortbedingungen. Die Konservierung erfolgt in einem Horizontalsilo mit vollen Anschaffungskosten. Bei 25 % der Erntemenge kommen Siliermittel zur Verbesserung von Futterwert und Leistung zum Einsatz. Trockenmasseverluste durch die Silierung werden im Mittel mit 10 % angesetzt (dar. 8,5 % bei Siliermitteleinsatz).

Der Aufwand für Saatgut, Dünger und Herbizide ergibt sich aus den marktüblichen Preisen 2013. Die entlastende Wirkung bezüglich Mineraldüngemittelzukaufs durch Güllegaben in Höhe von 70 % des N-Bedarfes schließt den anteiligen Grunddüngerersatz mit ein. In der Praxis greift dieser Effekt nur auf entsprechend bedürftigen Flächen, die dann auch alternativ mineralisch gedüngt worden wären.

Bei der Erzeugung von Gärsubstrat wird zur Kostenentlastung der Nettowert der Nährstoffrückführung ermittelt. Dieser resultiert aus dem Wert der mit dem Ernteprodukt abgefahrenen Makronährstoffe abzüglich 40 % zulässiger Verluste beim Stickstoff. Der Betrag reduziert sich weiter um die Kostenüberhänge der Verfahren Wirtschaftsdünger- ausbringung gegenüber der Mineraldüngerapplikation. Nach einem Abschlag für den nicht immer bedarfs- und termingerechten Einsatz des ganzjährig anfallenden organischen Düngers kommt dann ein wirksamer Nettowert im verwertenden Betrieb an.

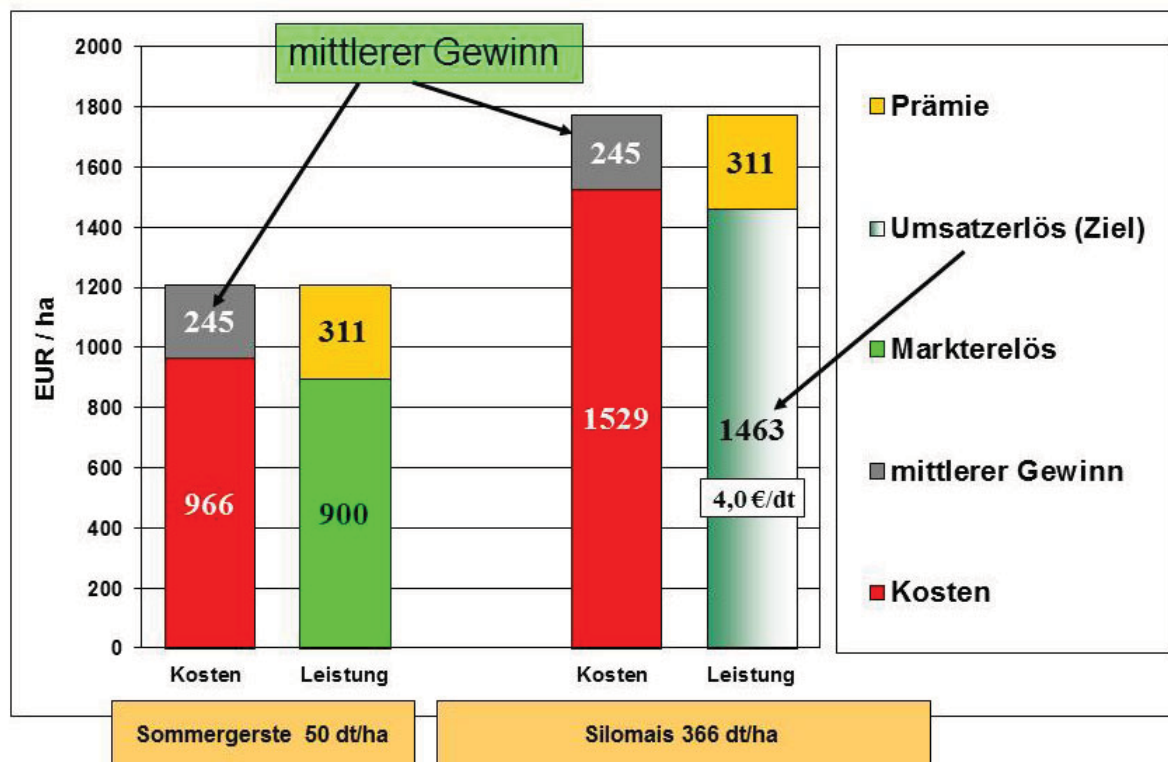
Die Kalkulation der variablen Maschinenkosten erfolgte nach dem Katalog des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. und eigenen Erfahrungen.

Die Preise sowohl für den Innenumsatz als auch den möglichen Verkauf sollten sich grundsätzlich an den Herstellungskosten nach „Guter fachlicher Praxis“ und den damit realisierbaren anspruchsvollen Nettotrockenmasseerträgen orientieren. Aus den flächenbezogenen Herstellungskosten von etwa 1 530 bei mittlerem bzw. 1 670 €/ha bei hohem Ertrag errechnet sich ein spezifischer Herstellungsaufwand von 13,10 bzw. 12,40 €/dt verwertbarer Trockenmasse. Beträge unter 14,00 €/dt Nettotrockenmasse Silage erzielen von allen Grundfutterkonservaten nur Getreideganzpflanzensilage (GPS) und Silomais. Bezogen auf die Energieeinheit erreicht letztere die günstigsten Ergebnisse trotz wesentlich größerer Direktkosten (insbesondere Saatgut). Die Nachteile in diesem Bereich werden durch deutliche Überlegenheit bei Bruttoertrag, Energiekonzentration und Konservierungsverlusten mehr als ausgeglichen. Durch die Ertrags- und Qualitätsvorteile liefert Silomais mit rd. 80 000 bis 90 000 MJNEL/ha die meiste Nettoenergie je ha (zum Vergleich: GPS aus Wintertriticale 50 000 bis 60 000 MJNEL/ha).

Zur objektiven Preisbildung müssen Ackerfutterpflanzen an den gleichen Kriterien gemessen werden wie Marktfrüchte, mit denen sie um die Ackerfläche konkurrieren. Ihre wirtschaftlich nachhaltige Produktion für eine Biogasanlage (aber auch die innerbetriebliche Verwertung) muss sich bei gleich „Guter fachlicher Praxis“ mit denselben Gewinnchancen wie bei den ersetzten Marktfrüchten betreiben lassen (Abb. 1).

Eine alternative Ackerflächennutzung für Biogasanlagen hat nur Sinn, wenn mindestens der Gewinn der verdrängten Marktfrüchte (= Nutzungskosten) verdient wird. Der dazu erforderliche Umsatzerlös auf der Fläche ergibt sich aus Herstellungs- plus Nutzungskosten abzüglich der Ackerflächenprämie (Betriebsprämie).

Bei einem Nettoertrag von rd. 370 dt/ha mit Standardtrockensubstanzgehalt von 32 % und Herstellungskosten von rd. 1 530 €/ha müsste Silage rd. 4,00 €/dt (12,50 €/dt TM) kosten. Dann wird Wettbewerbsgleichheit mit dem Alternativprodukt 50,00 dt/ha Sommerbraugerste mit 18,00 €/dt erreicht.

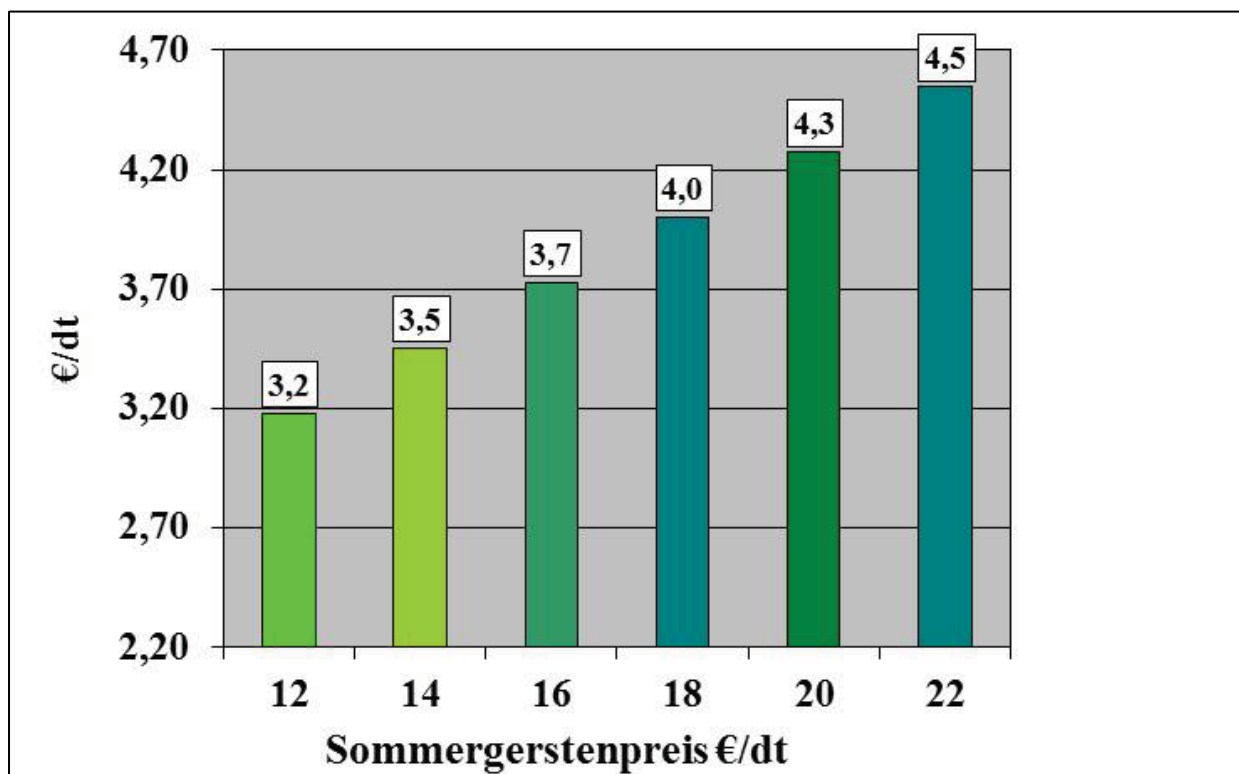


**Abbildung 1:** Ermittlung des Grenzpreises von Silomais (32 % TS)

Abweichende Trockensubstanzgehalte im Zielbereich (28 bis 35 %) führen zu proportionaler Preisanpassung mit 3,50 €/dt Frischmasse bei 28 % TS-Gehalt und 4,40 €/dt bei 35 % TS-Gehalt. Dabei wird die Einhaltung der Mindestwerte für die Energiekonzentration (6,4 bis 6,6 MJNEL/kg TM) und Siliererfolg (mindestens Note 2) vorausgesetzt. Für Trockensubstanzgehalte über 35 % gibt es keine Preiserhöhung, weil dann die Verdichtungsprobleme und damit die Qualitätsrisiken deutlich zunehmen. Bei Unterschreitung von 28 % TS lassen sich die Mindeststandards für die Silagequalität (Energiekonzentration in der TM und in der Ration) nicht mehr sichern. Deshalb ist in diesem Bereich ein überproportionaler Preisabschlag notwendig.

Mit ansteigendem Nettotrockenmasseertrag sinken die Herstellungskosten, weil ein Teil des Aufwandes nicht ertragsproportional mit wächst. Auf dem besseren, ertragreicheren Maisstandort führt ein größerer entgangener Nutzen i. d. R. jedoch dazu, dass sich zu marktüblichen Konditionen kein Preisvorteil mehr ergibt. Bei der Preisbildung für den Innenumsatz von Ackerfutter bzw. der daraus hergestellten Konservate kann auf die Anrechnung des Prämienüberschusses (Nutzungskosten) der verdrängten Marktfrucht verzichtet werden. Wenn diesen Beitrag der Grundfutterverwertende Betriebszweig auf der von ihm gebundenen Fläche erwirtschaftet, würde Wettbewerbsgleichheit bezüglich Gewinn erreicht werden. Die Beschränkung der Grundfuttererzeugung vom Ackerland auf die Erfüllung dieses Anspruches wäre unvollständig, weil sie Einkommen in der Tierproduktion sichert und getreidebetonte Fruchtfolgen auflockert.

Die objektive finanzielle Bewertung des Grundfutters steht und fällt mit der lückenlosen Erfassung zumindest des Nettoverbrauchs mittels Wägung und der Bestandesveränderung durch sorgfältige Inventuren. Nur auf dieser Grundlage ist die gebrauchswertbezogene Ermittlung des Verbrauches an Hauptfutterflächen und die Kalkulation ihrer Bewirtschaftungskosten und damit letztlich der Rentabilität der tiergebundenen Nutzung möglich.



**Abbildung 2:** Grenzpreis von Silomais (32 % TS) in Abhängigkeit vom Sommergerstenpreis

Neben dem beschriebenen Ansatz, besteht eine zweite Möglichkeit zur Grenzpreisermittlung mit dem Ziel gleiche „relative Vorzüglichkeit“. Dabei erfolgt eine Differenzberechnung beschränkt auf die entscheidungsrelevanten (unterschiedlichen) Ertrags- und Aufwandspositionen (Tab. 6). Beide Varianten setzen die Ermittlung von naturalen bzw. monetären Leistungen, Direkt- und Arbeiterledigungskosten für Silomais und Alternativkulturen voraus. Letztere kann jedoch keine Aussage zur Gewinnerwartung liefern. Bei deckungsgleichem Ergebnis beider Berechnungen lässt sich letztere in der Praxis aber besser vermitteln, weil die Ackerflächenprämie außen vor bleibt und auch die Wirkung veränderter Preise der Alternativkulturen direkt nachvollziehbar ist.

Der direkt proportionale Anstieg des Grenzpreises von Maissilage im Verhältnis zum Erzeugerpreis von Marktfrüchten sollte vor allem bei der Gestaltung längerfristiger Verträge mit externen Abnehmern unbedingt Beachtung finden (Abb. 2).

**Tabelle 5:** Richtwerte für Leistungen und Kosten von Silomais

Position					ME	mittl. Ertrag	hoh. Ertrag	mittl. Ertr. Feldeb.	mittl. Ertr. o. Silo	
Jahresertrag	Trockenmasse zur Ernte				dt <sub>TM</sub> /ha	130	150	130	130	
	Frischmasse				dt/ha	406	469	406	406	
	Energieertrag netto				MJ NEL/ha	77 220	89 100	77 220	77 220	
	Trockenmasse des Futtermittels				dt/ha	117	135	117	117	
	Futtermittel frei Krippe bzw. Maul				dt/ha	366	422	366	366	
Direktkosten	Saatgut				€/ha	172	172	172	172	
	Düngemittel				€/ha	78	90	78	78	
	Pflanzenschutzmittel				€/ha	58	58	58	58	
	Konservierung				€/ha	30	35	0	0	
	Summe				€/ha	338	355	308	308	
Arbeits- erledi- gungs- kosten	Unterhaltung Maschinen				€/ha	114	121	46	107	
	Kraft- u. Schmierstoffe				l/ha	114	123	39	103	
	Kraft- u. Schmierstoffe <sup>1)</sup>		€/l	1,0	€/ha	114	123	39	103	
	Maschinenvermögen				€/ha	2 363	2 488	930	2 246	
	Schlepperleistungsbesatz				kW/ha	0,87	0,97	0,26	0,76	
	AfA Maschinen				€/ha	210	220	81	200	
	Arbeitszeitbedarf termingebunden				AKh/ha	10,9	12,1	2,6	8,0	
	Arbeitszeitbedarf nicht termingebunden				AKh/ha	2,5	2,5	1,3	2,5	
	Personalkosten		9,49€/h	Nebenk.	50%	€/ha	190	207	55	149
	Lohnarbeit				€/ha	122	141	122	122	
	Summe					751	811	343	682	
	Leitung u. Verwaltung (Personalkosten)									
Anteil an Produktion				43%	€/ha	82	89	24	64	
Summe Arbeitserledigung incl. Leit. u. Verwalt.					€/ha	833	900	367	746	
Kosten für Zahlungsansprüche					€/ha	0	0	0	0	
Gebäude	Vermögen				€/ha	2 313	2 668	0	0	
	Unterhaltung				€/ha	35	40	0	0	
	AfA				€/ha	116	133	0	0	
	Summe				€/ha	150	173	0	0	
Flächenkosten	Pacht			€/BP	BP	45	55	45	45	
				3,2	€/ha	144	176	144	144	
Sonstige	Berufsgenossenschaft				€/ha	9	9	9	9	
	sonstiger allg. Betriebsaufwand				€/ha	55	55	55	55	
	Summe				€/ha	64	64	64	64	
Summe Kosten					€/ha	1 529	1 669	883	1 262	
					€/dt <sub>TM</sub>	13,1	12,4	7,5	10,8	
Kosteneinsparung mit Gülleansatz					€/ha	200	230	200	200	
Herstellungskosten incl. Nährstoffrückführung					€/ha	1 529	1 669	883	1 262	
					€/dt <sub>TM</sub>	13,1	12,4	7,5	10,8	
Flächenzahlungen		dar. Zahl.ans	345	10 % Mod.	€/ha	311	311	311	311	
Herst.kosten incl. Nährst.rückführ. u. Flächenzahl.					€/ha	1 219	1 358	572	952	
					€/dt <sub>TM</sub>	10,4	10,1	4,9	8,1	
Herst.ko. incl.Nährstoffrück., Fläch.z. u. Nutzungskosten					€/ha	1 439	1 578	792	1 172	
		GB	220 €/ha	220 €/ha	€/dt <sub>TM</sub>	12,3	11,7	6,8	10,0	
Kapitalbind.	50% Sachanl.	60%	var.Ko+Pers		€/ha	2 914	3 200	822	1 635	
Zinsansatz			3,5%		€/ha	102	112	29	57	
Herstellungs- incl. Nutz.kost. Nährstoffrückf. u. Zinsans.					€/ha	1 541	1 690	821	1 229	
					€/dt	4,21	4,01	2,24	3,36	
					€/dt <sub>TM</sub>	13,2	12,5	7,0	10,5	
Methanerzeug.ko. incl. Nutz.k., Nährst.rückf. u. Zinsans.					€/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	0,41	0,39	0,22	0,33	
Rohstoffkosten BGA		38%	elektr. Wirkungsgrad		€/kWh <sub>Strom</sub>	0,11	0,10	0,06	0,09	

**Tabelle 6:** Preis von Silomais in Abhängigkeit von Leistung und Kosten der Alternativkultur

<b>Position</b>	<b>ME</b>	<b>Silomais</b>	<b>Sommergerste</b>	<b>Differenz</b>
Nettoertrag	dt/ha	366	50	
Preis (2008-2012)	€/dt		18,0	
Umsatzerlös	€/ha		900	-900
Direktkosten	€/ha	-340 <sup>1)</sup>	-325	-15
Arbeits erledigung	€/ha	-830	-435	-395
Lagerung	€/ha	-150	0	-150
<b>Summe</b>	€/ha	-1 320 <sup>1)</sup>	140	-1 460
Grenzpreis	€/dt	-4,0		

<sup>1)</sup> Düngungskosten nach Entzug saldiert mit Wert der Gülle